

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-085888

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl.

H05K 9/00  
B29C 70/68

(21)Application number : 11-240373

(71)Applicant : THREE M INNOVATIVE PROPERTIES CO

(22)Date of filing : 26.08.1999

(72)Inventor : TASAKA YOSHIHIKO

## (54) CONDUCTIVE COMPLEX AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a conductive complex which has both favorable conductivity and electromagnetic shielding characteristics with no anisotropy and is particularly useful as an electromagnetic wave shielding sheet gasket and a method of manufacturing the same.

**SOLUTION:** This conductive complex includes a matrix resin 31, 33 and a conductive elastic foam which is embedded in the matrix 31, 33 while having a residual stress composed of elastic rebound forces due to compression when the complex is manufactured and whose ends 32, 34 are exposed on the outer surface of the complex. One of methods for manufacturing this conductive complex includes steps of compressing the conductive elastic foam to obtain a predetermined thickness and impregnating a polymer resin in the foam in a state such that this foam is compressed, curing and solidifying the foam.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-85888  
(P2001-85888A)

(43) 公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 5 K 9/00		H 0 5 K 9/00	W 4 F 2 0 5
B 2 9 C 70/68		B 2 9 C 67/18	5 E 3 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-240373

(22) 出願日 平成11年8月26日 (1999.8.26)

(71) 出願人 599056437

スリーエム イノベイティブ プロパティ  
ズ カンパニー

アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-1000,  
セント ポール, スリーエム センター

(72) 発明者 田坂 吉彦

神奈川県相模原市南橋本 3-8-8 住友  
スリーエム株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外4名)

最終頁に続く

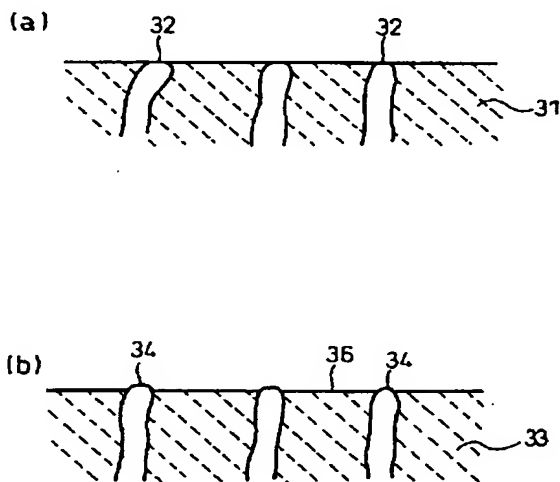
(54) 【発明の名称】 導電性複合体及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 良導電性と異方性のない電磁シールド特性を兼ね備え、且つ気密・水密性に優れた、特に電磁波シールド用シート・ガスケットとして有用な導電性複合体とその製造方法を提供する。

【解決手段】 導電性複合体は、マトリックス樹脂31、33と、複合体製造時の圧縮により弾性反発力からなる残留応力を有する状態で当該マトリックス31、33内に埋設されて、複合体外表面に端部32、34が露出された導電性弾性発泡体とを含む。この導電性複合体を製造する方法の一つは、導電性の弾性発泡体を所定の厚みまで圧縮する工程、及びこの発泡体を圧縮した状態のまま重合性樹脂を発泡体を含浸させ、硬化させ、固形化する工程を含む。

図 3



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】マトリックス樹脂とこれに埋設された導電性材料とを含む柔軟性複合体であって、当該導電性材料が弾性反発力からなる残留応力を有する状態で当該マトリックス内に埋設された導電性の弾性発泡体であり、この導電性弾性発泡体の端部が当該複合体の外表面に露出していることを特徴とする導電性複合体。

【請求項2】前記弾性発泡体が、独立あるいは不連続気泡が本質的になく、見掛け密度が $10 \sim 100 \text{ kg/m}^3$ 、硬さが $5 \sim 50 \text{ kgf}$ 、そして圧縮率が $1 \sim 95\%$ の発泡体である、請求項1記載の導電性複合体。

【請求項3】マトリックス樹脂とこれに埋設された導電性材料とを含む柔軟性複合体であり、当該導電性材料が弾性反発力からなる残留応力を有する状態で当該マトリックス内に埋設された導電性の弾性発泡体であり、この導電性弾性発泡体の端部が当該複合体の外表面に露出している導電性複合体を製造するための方法であって、導電性の弾性発泡体を所定の厚みまで圧縮する工程、及びこの発泡体を圧縮した状態のまま発泡体に重合性樹脂を含浸させ、そしてこの樹脂を硬化させ、固化する工程を含むことを特徴とする導電性複合体の製造方法。

【請求項4】マトリックス樹脂とこれに埋設された導電性材料とを含む柔軟性複合体であり、当該導電性材料が弾性反発力からなる残留応力を有する状態で当該マトリックス内に埋設された導電性の弾性発泡体であり、この導電性弾性発泡体の端部が当該複合体の外表面に露出している導電性複合体を製造するための方法であって、導電性の弾性発泡体に重合性樹脂を含浸させる工程、及びこの含浸発泡体を所定の厚みまで圧縮し、重合性樹脂を硬化、固化する工程を含むことを特徴とする導電性複合体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子機器における電磁シールド性、接地性を確保するのに用いる導電性複合体、特にシート状の導電性複合体と、その製造方法に関する。より詳しく言えば、本発明は、導電性の弾性発泡体とその空隙に充填した樹脂からなり、厚み方向に容易に電氣的導通のとれる導電性複合体とその製造方法に関する。この導電性複合体は、特に、環境シールド性（気密性、水密性）を有する電磁波シールド用シート又はガasketとして有用なものである。

## 【0002】

【従来の技術】昨今の情報機器などの電子機器の普及に伴い、それらの急激な高周波化、デジタル化、高集積化が進み、それらが他の機器から発生した電磁波ノイズにより誤作動したり、自らがノイズ発生源となって別の機器を誤作動させる例が増えている。

【0003】電子機器の筐体の多くは、電磁シールド性に優れた金属あるいは表面に導電層を設けたプラスチック

クからできているが、多くの場合それらは分割設計となつて複数の部材から構成されているため、筐体構成部材接合部の隙間からの電磁波ノイズの侵入・漏洩を防ぐ目的で、それらの接合部では電磁波シールドガasketが使われている。

【0004】特に気密・水密の環境シールド性も兼ね備えた電磁波シールドガasketとしては、シリコンゴムに代表されるゴム状シートに導電性を付与したものが知られており、これは粉体導電性材料とゴムバインダーの複合材料となっている。導電性材料の役割としては、ゴムバインダー中を透過していく電磁エネルギーの「反射・吸収」と、接合される構成部材間の「電氣的接合」の二つがある。

【0005】導電性材料として導電カーボンや金属粉を使用し、これをゴム系バインダー中に混合・分散させた「分散型」導電シートでは、その厚みに対して導電性材料の大きさはるかに小さいため、厚み方向の電氣的導通経路を確立するためには、かなりの高充填が必要となる。導電性材料の高充填による導通経路確保の手法では、バインダー材料が本来有する機械的特性が損なわれ、更に、導通経路において粒子間接触抵抗を幾度も経由するため導通抵抗は十分低くならず、且つこの導通抵抗は厚みの増加に比例する。このような不都合を埋め合わせる目的で銀粒子のような良導電性材料を用いると、製品の高価格化を招く。

【0006】一方、連続した導電性材料を使用した「連続型」導電シートとしては、アルミニウムの平織りメッシュにゴム系バインダーを含浸したもの、モネルメタルのエキスパンドメタルの開口部にゴム系バインダーを注入したもの、が知られている。しかし、使用されるメッシュやエキスパンドメタルの製法上の限界から、そもそも $0.8 \text{ mm}$ 以上の厚みのものは実用的でない。また、シートの表面から導電性材料が突出したり、あるいは逆にシート表面がバインダーに覆われて導通部がなくなつたりしているため、良好な導通・環境シールド性を得るためには高い接触圧が必要となる。

【0007】このように、比較的厚みのあるシートを、電磁波シールドガasketとして有効に使用するためには、ガasketを介して接合する構成部材間の電氣的接合を確実にする良好なシート内導通性ととも、環境シールド性の妨げとなる突出部のない表面が必要とされ、これらの要件を満足するために、厚み方向に連続・一体化した導通経路を確立し、それを平らな表面に確実に露出させることが肝要となる。

【0008】このような概念の従来技術として、多数の細い金属ワイヤーをゴム状シートの厚み方向に配向・埋設した電磁波シールドガasketがある。これによれば、厚み方向に良好な導通が得られるが、ワイヤーが一方方向（シートの厚み方向）に配向しているため、ワイヤー間の隙間から電磁波が漏れやすいという難点がある。

また、製造方法が複雑なため、このガスケットは本質的に高価格である。

【0009】特開平6-85488号公報には、金属箔等の導電性シートと弾性体を厚み方向と平行に層状に積層した電磁波シールド材が開示されている。この電磁波シールド材においても、各金属箔層の端部がシールド材表面に露出していることから、厚み方向に良好な導通が得られるが、このシールド材には電磁波シールド特性に異方性があり、すなわち、金属箔の積層方向と平行な方向からの電磁波が漏れやすいという難点がある。更に、このシールド材は導電性シートと弾性体との剥離の抑制を目的として、凹凸を繰り返す導電性シートを用いているものの、筐体構成部材等の被シールド体との接合面すなわちシールド面に沿って剪断力が作用した場合のように積層の垂直方向への応力がかかると、導電性シートと弾性体との層間剥離が発生しかねない。また、この電磁波シールド材も製造方法が複雑なため、本質的に高価格である。

【0010】特開平10-237184号公報には、半導体ウェハー保存容器材料や、電子部品、半導体等の製造工場における床材・壁材などに有効な、帯電防止熱可塑性樹脂成形体として、内部に3次元網状導電層を有する成形体が開示されている。この成形体は、導電性繊維を重合性モノマー内に積層することにより3次元網状に埋設し、この状態で重合性モノマーを重合させた熱可塑性樹脂成形体である。これらの成形体は、表面固有抵抗が $10^6 \sim 10^8 \Omega/\square$ 程度と非常に大きく、これから等方的であることを前提条件として換算した体積抵抗率も $10^6 \sim 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ となることから、接地性能と電磁波シールド性に劣り、電磁波シールド材として用いるには不適である。なお、同公報中には、導電性物質を含む薄膜で被覆した樹脂粒状体を加熱加圧して作製される帯電防止樹脂成形体も記載されているが、これは、加熱加圧工程により導電性被覆層どうしが連続3次元化したものであり、電磁波シールド材として有用な本発明の複合体とは、構造的に見ても本質的に異なるものである。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】これらから明らかなとおり、比較的厚みがあり、厚み方向の十分な導電性ととも

に十分な環境シール性も要求されるシート状複合体における従来の問題点は、以下に集約される。

- (1) 厚み方向の良導電性と異方性のない優れた電磁波シールド性とを両立させることが困難。
- (2) 特に厚みが増大した場合において、厚み方向の良導電性と環境シール性とを両立させることが困難。
- (3) 製造工程が複雑。

【0012】そこで、本発明は、これらの問題を解決した導電性複合体とその製造方法を提供することを目的とするものであり、言い換えれば、厚み方向の良導電性を

有するとともに、異方性のない適度な電磁シールド特性を有し、且つ環境シール性に優れた、製造の容易な導電性複合体とその製造方法を提供しようとするものである。ここで言う「良導電性」とは、複合体の体積抵抗率が $10 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを意味するものとする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の導電性複合体は、マトリックス樹脂とこれに埋設された導電性材料とを含む柔軟性複合体であって、当該導電性材料が弾性反発力からなる残留応力を有する状態で当該マトリックス内に埋設された導電性の弾性発泡体であり、この導電性弾性発泡体の端部が当該複合体の外表面に露出していることを特徴とする。

【0014】好ましくは、上記の弾性発泡体は、独立あるいは不連続気泡が本質的になく、見掛け密度が $10 \sim 100 \text{ kg/m}^3$ 、硬さが $5 \sim 50 \text{ kgf}$ 、そして圧縮率が $1 \sim 95\%$ の発泡体である。また、上記弾性発泡体は、硬さが $5 \sim 50 \text{ kgf}$ 、圧縮率が $1 \sim 95\%$ で、見掛け密度はより好ましくは $15 \sim 75 \text{ kg/m}^3$ 、最も好ましくは $20 \sim 50 \text{ kg/m}^3$ の発泡体である。

【0015】本発明の導電性複合体は、導電性の弾性発泡体を所定の厚みまで圧縮する工程、及びこの発泡体を圧縮した状態のままで発泡体に重合性樹脂を含浸させ、そしてこの樹脂を硬化させ、固化化する工程を含むことを特徴とする製造方法により製造することができる。

【0016】また、本発明の導電性複合体は、導電性の弾性発泡体に重合性樹脂を含浸させる工程、及びこの含浸発泡体を所定の厚みまで圧縮し、重合性樹脂を硬化、固化化する工程を含むことを特徴とする製造方法により製造することができる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】本発明の導電性複合体は、導電性弾性発泡体（下記で説明するように、好ましくは連続気泡性が高く、独立あるいは不連続気泡が本質的にないもの）を圧縮した状態のままでマトリックス樹脂内に埋設したものであり、適度の柔軟性と圧縮性を有するとともに、埋設した発泡体の端部を外表面から突出させずに外表面に露出させたものである。この導電性複合体は、少なくともその厚み方向において、 $10 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の体積抵抗率を示すことができる。このため、本発明の複合体は、例えば電子機器の筐体等の構成部材接合部のパッキン、ガスケット等として用いた場合、筐体の十分な接地性、電磁波シールド性を確保できる。また、特に気密性・水密性を要求される用途においても、比較的低い接触圧力で、その要求特性を十分満足することができる。なお、ここで言う「厚み方向」とは、導電性複合体を介して接合する二つの部材（例えば電子機器の分割設計の筐体の構成部材等）の間の電氣的導通経路が確立される方向を意味し、これは、更に本発明に即して言えば、マトリックス樹脂に埋設された導電性弾性発泡体の弾性反

発力が発揮される方向（言い換えれば発泡体の圧縮方向）を指すものである。

【0018】本発明で使用される導電性の弾性発泡体は、何らかの手法で導電性を付与された、弾性変形可能な発泡体である。

【0019】この導電性の発泡体は、本発明の導電性複合体において圧縮された状態で樹脂マトリックス中に埋設されたものとなり、この複合体を導電性にする。樹脂マトリックス中に圧縮状態の導電性発泡体を含むこの構造の複合体を得るためには、発泡体の空隙（気泡又は気孔）部にマトリックスの樹脂を含浸又は浸透させることが必要であり、そのため、本発明で使用される発泡体は、その圧縮された状態において、マトリックス樹脂が発泡体全体に欠陥なく入り込めるものでなくてはならない。従って、本発明で使用される発泡体としては、連続気泡性が高く、独立あるいは不連続気泡が本質的にないものが好ましい。例えば、隔壁膜が除去された「無膜フォーム」と呼ばれるタイプの発泡体を、好適に使用することができる。

【0020】弾性発泡体としては、ポリウレタン、ポリエチレンやポリプロピレン等のポリオレフィン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル等の各種有機ポリマーから作られたものを使用することができる。本発明の複合体にとっては、ポリウレタンから作られた発泡体（いわゆる「ウレタンフォーム」）が好ましく、中でも、難加水分解性のポリエーテル系ウレタンフォームがより好ましい。

【0021】発泡体に導電性を付与する手法としては、発泡体の3次元網状構造を形成している材料表面に金属、導電性有機物の導電性材料をメッキ、蒸着等で付着させる方法と、発泡体素材内部に同様の導電性材料を分散・含有させる方法がある。これらのうち、材料表面をメッキする方法が、低抵抗、優れた機械的強度・弾性特性、経済性を満足する上で望ましい。メッキ材料としては、金、銀、銅、ニッケル等、あるいはそれらの合金などを用いることができ、また形成するメッキ層は、単層としてもよく、あるいは複数金属による複層構造としてもよい。メッキ層の厚みが0.2μm未満では、複合体に十分な導電性をもたすことができないので、メッキ層の厚みは0.2μm以上とするのがよい。一方、メッキ層の厚みの上限は、導電性複合体の使用条件等により様々であり、一義的に定めることはできない。例えば、15μmを超えると、被メッキ対象の発泡体素材が多少弾性を失うこと、発泡体の圧縮時メッキ自体が剥離しやすくなること等の問題が生じることを考慮して、15μmをメッキ層の厚みの上限としてもよい。しかし、より良好な導電性確保のため、メッキ層をあえて100μm程度まで、あるいは更にそれより厚くしてもよいことは言うまでもない。導電性を付与すべき発泡体は、上述のとおり、一般に不良導体の有機ポリマーであるか

ら、メッキ手法の中でも、無電解メッキを使用するのが特に好ましい。また、導電性付与手法としてメッキを採用する場合には、上述の無膜フォームと呼ばれるタイプのものが、メッキ液を容易にフォーム内部に浸透させ、厚みにかかわらず均一な導電メッキ層を形成しやすいため、特に好ましい。

【0022】本発明で使用される発泡体は、弾性変形可能であることも重要である。ここで言う「弾性変形可能」とは、発泡体が、外部からの圧力により変形可能で、しかも元の形態に戻ろうとする復元力を少なくとも一定時間にわたり保持できることを指す。本発明の複合体は、弾性反発力からなる残留応力を有する状態で樹脂マトリックス内に埋設された導電性発泡体の端部が複合体の外表面に露出していることによって導電性を発揮することから、複合体の厚み方向の導電性には、圧縮された状態での反発力が強い方がより好適であり、圧縮程度は言うまでもなく、導電性発泡体自身の機械的特性が重要となる。

【0023】この意味において、本発明で使用される導電性弾性発泡体は、見掛け密度が10~100kg/m<sup>3</sup>であるのが好ましい。見掛け密度が10kg/m<sup>3</sup>未満では、発泡体の圧縮時に十分な反発力が得られず、100kg/m<sup>3</sup>を超えると、一般にマトリックス樹脂の発泡体への含浸が困難となる。発泡体の見掛け密度は、より好ましくは15~75kg/m<sup>3</sup>、最も好ましくは20~50kg/m<sup>3</sup>である。なお、ここでの発泡体の見掛け密度は、JIS K 6401に従って測定される。

【0024】また、本発明で使用される導電性弾性発泡体は、硬さが5~50kgfであるのが好ましい。発泡体の硬さは、発泡体圧縮時の弾性反発力の直接的指標であり、それが5kgf未満の場合には圧縮時に十分な反発力が得られず、50kgfを超える場合には圧縮に要する圧力が過大となり好ましくない。なお、ここでの発泡体の硬さは、JIS K 6401に従って測定される。

【0025】圧縮前の厚みに対する圧縮時の厚み変化量の比として定義される圧縮率（すなわち、圧縮率=（初期厚み-変形後厚み）/初期厚み）×100（%））が小さい場合、導電性弾性発泡体は変形量が小さく、従って得られる弾性反発力（復元力）が小さいため、複合体表面における端部の露出が不十分となり、一方圧縮率が大きい場合には、マトリックス樹脂の発泡体への含浸が困難となるだけでなく、圧縮に要する圧力が過大となって好ましくない。そこで、本発明の複合体における導電性弾性発泡体の圧縮率は1~95%であるのが好ましい。導電性弾性発泡体の圧縮率は、より好ましくは30~80%であり、最も好ましくは40~70%である。

【0026】本発明で使用される導電性弾性発泡体は、

公知の方法を応用して、上述の諸条件を満たすように調製してもよく、また、市販の製品の中からこれらの諸条件を満たすものを選択することもできる。市販の製品には、導電性の付与されているものもあり、あるいは付与されていないものもあるが、後者の場合は例えば無電解メッキなどの任意の手法で導電性を付与すれば、どちらの製品を用いることも可能である。本発明で使用するのに好適な市販の弾性発泡体の例として、例えばアキレス社、ブリジストン社もしくはクラボウ社等より入手できる各種の無膜軟質ウレタンフォームを挙げることができる。

【0027】本発明の導電性複合体におけるマトリックス樹脂としては、圧縮状態にある導電性弾性発泡体の空隙部へ、無溶剤の溶融樹脂として含浸あるいは浸透させることができ、そして次に硬化させ、固形化して導電性弾性発泡体を含む複合体を得ることができる重合性樹脂であれば、どのようなものでも使用可能である。そのような樹脂の例として、アクリル系、ウレタン系、シリコン系、エポキシ系、ポリエステル系等の各種樹脂を挙げることができる。ラジカル重合可能なアクリル酸エステル、メタアクリル酸エステル、あるいはその他のラジカル重合性官能基を有するモノマー成分と、光又は熱ラジカル開始剤とを含んだ硬化性樹脂は、低粘度で含浸性に優れ、そして光又は熱暴露により短時間に重合反応が開始・終了することから、生産性に優れ、本発明の複合体におけるマトリックス樹脂としてとりわけ好適である。

【0028】マトリックス樹脂は、発泡体の空隙部へ含浸あるいは浸透させる必要があり、また含浸あるいは浸透後に脱泡の容易なことが求められるので、室温で低粘度のものが望ましい。望ましい粘度は $5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下（ $25^\circ\text{C}$ ）であり、これを超えると発泡体への十分な含浸あるいは浸透を促進する目的で、加圧封入又は真空封入が欠かせなくなる場合がある。一方、極度に低粘度の樹脂は一般に入手が困難である。これらを考慮して、マトリックス樹脂の好ましい粘度は、 $25^\circ\text{C}$ において $0.001 \sim 5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 程度である。

【0029】マトリックス樹脂には、本発明の複合体に難燃性もしくは熱伝導性を付与し、あるいはその電磁波シールド性を強化する目的で、様々な添加剤や充填材等を加えてもよい。例えば、難燃性付与のためには、三酸化アンチモン、水酸化アルミニウムに代表される無機系難燃剤、及び塩素、臭素、リンもしくは窒素を含む脂肪族、環状脂肪族、芳香族化合物に代表される有機系難燃剤等を使用することができ、熱伝導性付与のためにはシリカ、炭化ケイ素、酸化アルミニウム、ボロンナイトライド等を、電磁波シールド性強化のためには各種金属粒子、フェライト等を使用することができる。また、マトリックス樹脂自体のガラス転移温度のコントロールにより、本発明の導電性複合体に適度の柔軟性を付与し、

更には適度の粘着性をも付与することが可能であり、それにより本発明の複合体を様々な用途向けの電磁波シールド材として有用なものにすることができる。このほか、導電性複合体のクッション性を高める目的で、マトリックス樹脂に独立気泡を含ませる態様も可能である。

【0030】本発明の導電性複合体は、導電性の弾性発泡体を所定の厚みまで圧縮する工程、及びこの発泡体を圧縮した状態のまま発泡体に重合性樹脂を含浸させ、そしてこの樹脂を硬化させ、固形化する工程を含む方法により製造することができる。次に、本発明のこの方法を説明する。

【0031】図1(a)に示したように、まず、予め導電性を付与した弾性発泡体11を用意する。次に、この導電性弾性発泡体11を、図1(b)に示したように上型14、下型15及び枠16から構成される成型型13内に入れて、所定の厚みまで圧縮する。続いて、この圧縮した状態のまま、成型型13内に重合性樹脂（図示せず）を注入し、発泡体11に含浸させ、そして硬化させて固形化する。固形化完了後、図1(c)に示したように型開きして、完成した導電性複合体18を取り出す。

【0032】このような圧縮成形法による複合成品品の製造は周知の技術であり、ここでこれ以上詳しく説明するには及ばない。また、ここでは成型型を使用するバッチ式の製造方法を説明したが、本発明の導電性複合体は連続的に製造することも可能である。

【0033】連続式で製造する場合には、例えば、連続のフィルム又はシートの間に導電性弾性発泡体を挿入し、フィルム又はシートの外側から圧力をかけて発泡体を所定の厚みまで圧縮し、続いてこの圧縮状態のまま発泡体に重合性樹脂を含浸させ、そしてそれを硬化・固体化させ、フィルム又はシートを剥がすことで完成した複合体を得る一連の連続工程によることができる。連続法を採用する場合には、ラジカル重合、カチオン重合等の高反応速度系の樹脂を用いるのが特に有利である。

【0034】完成複合体を最終的に取り出す際には、発泡体を圧縮し樹脂注入による成形に用いられていた面

（上述のバッチ式の場合は成型型の成形面、連続式の場合は連続フィルム又はシートの面、以下「圧縮成形面」と呼ぶ）からの剥離を容易にする目的で、これらの圧縮成形面に剥離性に優れた層を設けることが望ましい。また、これとは逆に、圧縮成形面の少なくとも一方に完成複合体の構成材料となる素材を設けておいて、樹脂の硬化・固化が完了したなら完成複合体をこの素材とともに取り出す態様も可能である。例えば、片側の圧縮成形面に金属箔を用意しておき、重合性樹脂として粘着性を有する硬化性樹脂を用いれば、図2に示したように導電性複合体18の片面に金属箔19を備えた、いわゆる金属箔導電性テープ20が得られる。言うまでもなく、製品複合体の構成材料となる素材を導電性複合体18の両面

に設けるようにすることも可能である。

【0035】また、別の製造方法として、特に重合性樹脂の粘度の高い場合には、導電性の弾性発泡体に重合性樹脂を含浸させ、次いでこの含浸発泡体を所定の厚みまで圧縮し、重合性樹脂を硬化、固形化することが挙げられる。この場合、被圧縮面への導電性弾性発泡体端部の露出を確実にするため、重合性樹脂の粘度と発泡体の弾性反発力とをバランスさせることが肝要となる。

【0036】こうして製造される本発明の導電性複合体の構造的特徴の一つとして、図3(a)に模式的に示したように、マトリックス樹脂31に埋設された導電性弾性発泡体の一部(端部)32が表面に露出し、その露出導電性部分が周辺の樹脂表面に対して有意に突出することも陥没することもなく実質的に同一平面上に位置して、所定の平坦性を有した表面構造となっていることを挙げることができる。本発明により、導電性複合体の製造に際し導電性弾性発泡体を前もって所定の厚みまで圧縮しておいてから樹脂を含浸させて硬化させることが、このような特別な表面構造を可能にしている。圧縮された発泡体は、弾性反発力のためその端部が圧縮成形面に確実に接触した状態で樹脂を注入・含浸され、そしてそのままの状態で樹脂が硬化・固形化するので、圧縮成形面に接していた発泡体の端部は完成複合体においてその表面に確実に露出することになり、しかもそれらの端部は成形された複合体表面と同一平面上に位置することになる。このように表面に凹凸がないことは、本発明の導電性複合体を特に環境シール性の要求される用途のシールド材として用いた場合に、界面からの漏れを防ぐ目的上有効である。

【0037】とは言え、本発明においては、図3(b)にやはり模式的に示したように、マトリックス樹脂33に埋設された導電性弾性発泡体の端部34が、複合体のうちの主としてマトリックス樹脂33により形成される平面36から部分的に突出した態様も可能である。この態様においては、複合体表面の発泡体端部34の露出がより確実になって、厚み方向の導電性の確保にとってより有利である。このように複合体表面から導電性発泡体の端部の一部がわずかに突出した構造は、弾性発泡体の圧縮時の弾性反発力を強めるようにすることで実現することができる。更に、導電性複合体の表面構造がこのような導電性発泡体の端部がわずかに突出したものであっても、マトリックス樹脂に本来的に備わる塑性を利用することで、導電性複合体を電磁波シールド用ガスケットとして使用する際の接合圧力により複合体を塑性変形させることが可能であり、それによって複合体の環境シール性の喪失を防ぐことが可能である。もちろん、そのためには、マトリックス樹脂が適度の塑性を持つことが大切である。(マトリックス樹脂の塑性のために環境シール性が増進されることは、複合体表面に導電性発泡体の端部の突出が基本的でない図3(a)に例示したような複

合体の場合にも当てはまることである。)

【0038】本発明の導電性複合体は、主としてシート状あるいはテープ状の形態をとる。その厚みは、導電性弾性発泡体自身に圧縮による最小の限界厚みがあり、かと言って最初から薄い多孔質体を用いると、圧縮による反発力が小さくなり、圧縮成形面に発泡体端部が露出にくくなるので、0.1mmが最小限である。本発明によれば、導電性複合体の厚み方向の導電性には本質的にいかなる悪影響も及ぶことがないので、原理的に複合体の厚みの上限は存在しない。従って、シート状と言うよりバルク状と言うべきものまで得ることが可能であるが、本発明の導電性複合体の厚みは、実際の用途に合わせて最適なものを選定すべきである。

【0039】先の説明から明らかなとおり、本発明の導電性複合体の良好な導電性の発現はその製造に際し導電性弾性発泡体を前もって所定の厚みまで圧縮しておいてから樹脂を含浸させて硬化させることで複合体表面に導電性部分を確実に露出させることに負うことから、圧縮成形面の数を増やすことにより、先に説明した複合体の対向する2面以外のいかなる表面にも導電性部分を露出させることが可能である。また、圧縮成形面を平面のみならず、曲面その他の幾何学面とすることで、それに対応した平面以外のシール面を持つ導電性複合体を得ることも可能である。

【0040】ここで、本発明の導電性複合体を、既に説明した従来技術である特開平10-237184号公報記載の帯電防止樹脂成形体と改めて対比することにする。同公報には、金属メッキされた繊維製ネットをキャスト用金型内に複数枚重ねて充填することで形成した3次元網状構造体に重合性モノマーを含浸して重合させることが記載されており(第3欄第47行~第4欄第4行)、このように成形に当たり外圧を適用することのないキャストにより製造した複合成形体(帯電防止樹脂成形体)にあつては、その表面に十分な導電性部分を露出させることができない。そのため、同公報に記載された複合体の体積抵抗率は、先に示したように $10^5 \sim 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度であつて電磁波シールド材として用いるのには適さないのに対し、本発明の複合体のそれは $10 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であり、電磁波シールド材として好ましく用いることができる。

【0041】更に、同公報には、導電性物質を含む薄膜で被覆した樹脂粒状体を加熱加圧して作製される帯電防止樹脂成形体も記載されているが、これは加熱加圧工程により導電性被覆層どうしが連続3次元化したものであり、従ってこの成形体の表面は本質的に導電性被覆層で覆われた構造となる。それに対し、本発明の複合体にあつては、導電性部分は複合体表面に通常 $10$ 個/ $\text{cm}^2$ ~数千個/ $\text{cm}^2$ 程度の範囲で点在することになり、表面を覆う構造とはならない。一般には、本発明の複合体の表面(圧縮成形を受けた表面)のうちの70~99



5%程度はマトリックス樹脂によって占められ、残りの部分が導電性部分となる。これにより、前記従来技術のものに比し、マトリックス樹脂自体の物性を顕在化できるという効果が得られる。具体的には、マトリックス樹脂自体の有する粘着性、密着性、光透過性等をそのまま維持できる。

【0042】

【実施例】次に、実施例により本発明を更に説明する。

【0043】以下の例においては、導電性弾性発泡体として次に掲げるものを使用した。

・導電性弾性発泡体： アキレス株式会社製無膜軟質ウレタンフォーム（ポリエーテルタイプ）のアキレスエアロムマック「QA」に銅／ニッケルを複層メッキしたもの、厚さ3mm、金属付着量8～15g/cm<sup>2</sup>（以下「QA」発泡体と呼ぶ）。ともにJIS K 6401に準拠して測定したこの発泡体の見掛け密度及び硬さ\*

- |                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| (1) イソオクチルアクリレート                  | 65重量部   |
| (2) イソボルニルアクリレート                  | 35重量部   |
| (3) 1, 6-ヘキサジオールジアクリレート           | 10重量部   |
| (4) 2, 2-ジメトキシ-1, 2-ジフェニルエタン-1-オン | 0.04重量部 |

【0045】「QA」発泡体中にトラップされた気泡を真空脱泡により除去した後、ガラスの両面にそれぞれ低圧水銀灯から約7mW/cm<sup>2</sup>の紫外線を10分間照射して、シート状複合体を得た。

【0046】【実施例2】導電性弾性発泡体として、3mm厚の「QA」発泡体を2枚重ねたものをを用いたこと※

- |                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| (1) イソオクチルアクリレート                  | 65重量部   |
| (2) イソボルニルアクリレート                  | 35重量部   |
| (3) 1, 6-ヘキサジオールジアクリレート           | 10重量部   |
| (4) 2, 2-ジメトキシ-1, 2-ジフェニルエタン-1-オン | 0.04重量部 |

【0049】(1)(2)(4)を混合し、液中に窒素ガスを吹き込み、10分間窒素置換した。その後窒素ガスを吹き込んだ状態のまま低圧水銀灯から約2mW/cm<sup>2</sup>の強度で紫外線を照射し、粘度が約3Pa・sとなったところで中断した。この混合液に(3)を追加・混合し、真空脱泡したものを硬化性液状樹脂とした。

【0050】実施例1と同様のシリコン剥離処理PETフィルムを貼り付けたガラス板を2枚用意した。1枚のガラス板を水平に置き、シリコン面上に厚さ1.5mmの「コ」の字型シリコンゴムスペーサーを配置し、この内側に100×100mmの「QA」発泡体を配置した。発泡体中央部に上記硬化性液状樹脂20mlを上から注ぎ、その上からもう1枚のガラス板のシリコン面を「QA」発泡体側に向けて重ね合わせ、シリコンゴムの厚みまで加圧・圧縮した後に、2枚のガラス板をクリップで挟んで固定した。シリコンゴムスペーサーの開口部を上に向けてガラス板を立て、ガラス板の両面にそれぞれ低圧水銀灯から約7mW/cm<sup>2</sup>の紫外

\*は、それぞれ30kg/m<sup>3</sup>及び12kgfであった。

【0044】【実施例1】片面にシリコン剥離処理したポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムを貼り付けた250×250×5mmのガラス板を2枚用意した。1枚のガラス板のシリコン面上にシリコンゴムスペーサー（ガラス板の3辺に沿うよう「コ」の字型にしたもの、厚さ1.5mm）を配置し、このスペーサーの内側に「QA」発泡体を配置した。もう一枚のガラス板のシリコン面を「QA」発泡体側に向け、2枚のガラス板で「QA」発泡体を挟み込み、シリコンスペーサーの厚みまで加圧・圧縮した後に、2枚のガラス板をクリップで挟んで固定した。シリコンゴムの開口部を上に向けてガラス板を立て、その開口部から硬化性液状樹脂を「QA」発泡体全体が浸るまで流し込んだ。この硬化性液状樹脂は、下記の成分を混合、攪拌、真空脱泡したものであった。

- |         |
|---------|
| 65重量部   |
| 35重量部   |
| 10重量部   |
| 0.04重量部 |

※を除き、実施例1と同様のシート状複合体を得た。

【0047】【実施例3】0.5mm厚のシリコンゴムスペーサーを用いたことを除き、実施例1と同様のシート状複合体を得た。

【0048】【実施例4】硬化性液状樹脂として、以下の手順で部分重合・高粘度化させたものを使用した。

- |         |
|---------|
| 65重量部   |
| 35重量部   |
| 10重量部   |
| 0.04重量部 |

線を10分間照射して、シート状複合体を得た。

【0051】【実施例5】硬化性液状樹脂として、信越化学工業株式会社より入手した主剤KE-106/硬化剤CAT-RGの100/10（質量比）の混合物を攪拌・真空脱泡したシリコン樹脂（粘度約3Pa・s）を使用した。

【0052】片面に未処理PETフィルムを貼り付けた250×250×5mmのガラス板を2枚用意した。1枚のガラス板を水平に置き、PET面上に厚さ0.5mmの「コ」の字型シリコンゴムスペーサーを配置し、この内側に100×100mmの「QA」発泡体を配置した。発泡体中央部に上記硬化性液状樹脂10mlを上から注ぎ、その上からもう一枚のガラス板のPET面を「QA」発泡体側に向けて重ね合わせ、シリコンゴムの厚みまで加圧・圧縮した後に、2枚のガラス板をクリップで挟んで固定した。これをオーブンに投入し、80℃で3時間加熱して、シート状複合体を得た。

【0053】【比較例1】3mm厚のシリコンゴムス



ペーサーを用いたことを除き、実験例1と同様のシート状複合体を得た。

【0054】【比較例2】厚さ1mmの既存の導電カーボン分散型シリコンゴムをガスケット材とした。

【0055】【比較例3】実験例1で使用した厚さ3mmの「QA」発泡体自体をガスケット材とした。

【0056】【比較例4】絶縁性ウレタンフォームの芯材に銀コーティングナイロン製導電布を被覆した北川工業株式会社製ソフトガスケット「UC-3EO504」（断面6×3mm、厚さ3mm）。

【0057】各例のガスケット材について、次に説明するように、圧縮率を計算し、厚み方向導通抵抗、体積抵抗率、磁界シールド効果、環境シール性を評価した。これらの結果を表1に示す。

【0058】圧縮率は、

$$\text{圧縮率}(\%) = ((\text{初期厚み} - \text{変形後厚み}) / \text{初期厚み}) \times 100$$

により計算した。

【0059】厚み方向導通抵抗は、25mm角の試験片の上下面を25mm角の金属電極で挟み込み、31kPaで加圧した状態で電極間に100mA通電し、30秒後の電圧を測定し、抵抗値を求めた。実施例1～5の同じ導電性弾性発泡体「QA」を用いた場合、圧縮の度合いが大きいほど導通抵抗は小さくなっていることが分かる。表1において、○印の表示された例は電磁波シールド用ガスケットとして特に適していることを、△印の表示されたものは○印のものほどではないが使用可能レベルであることを、×印のものは使用に適さないことを表している。

\*【0060】体積抵抗率は、

$$\text{体積抵抗率}(\Omega \cdot \text{cm}) = \text{導通抵抗}(\Omega) \times (\text{電極面積}(\text{cm}^2) / \text{試験片厚み}(\text{cm}))$$

による換算により算出した。

【0061】磁界シールド効果は、8mm幅の試験片の幅方向を通過する電磁波の磁界シールド効果を、KEC法（社団法人関西電子工業振興センターが提唱した近接界でのシールド効果測定方法）で測定したデータの500MHzにおける値により評価した。実施例1～5、比較例1においては、同じアクリル組成で導電性弾性発泡体なしの成形体（それぞれ各例の複合体と同じ厚みのもの）のデータをベースラインとした。比較例2においては、1mm厚の無充填シリコンゴムに対するデータをベースラインとし、比較例3、4では、測定サンプルを1.4mm厚に圧縮した状態で測定した（1.4mm厚のすき間に対するデータをベースラインとして）。表1において、○印の表示された例は電磁波シールド用ガスケットとして特に適していることを、△印の表示されたものは○印のものほどではないが使用可能レベルであることを、×印のものは使用に適さないことを表している。

【0062】環境シール性については、ガスケットとして上下から挟み込んだ際の気密性、水密性を判定した。結果は、環境シール性にすぐれたものを○印で、環境シール性にやや欠けるものを△印で、環境シール性に乏しいものを×印で示している。

【0063】

【表1】

表 1

例	実施例					比較例			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
タイプ	導電性 ウレタン フォーム	導電性 ウレタン フォーム	導電性 ウレタン フォーム	導電性 ウレタン フォーム	導電性 ウレタン フォーム	導電性 ウレタン フォーム	導電性 カーボン 分散	導電性 ウレタン フォーム	導電布
ウレタンフォーム厚み (mm)	3.0	3.0×2	3.0	3.0	3.0	3.0	対象外	対象外	対象外
成形後の厚み (mm)	1.4	1.4	0.6	1.4	0.6	3.0	1.0	3.0	3.0
圧縮率 (%)	53	77	80	53	80	0	対象外	対象外	対象外
厚み方向導通抵抗 (mΩ)	○ (20)	○ (15)	○ (4)	○ (23)	○ (6)	× (>10 <sup>3</sup> )	△ (800)	○ (2)	対象外
体積抵抗率 (Ω・cm)	0.89	0.67	0.42	1.03	0.63	(>2000)	(50)	(0.04)	対象外
磁界シールド効果 (dB)	○ (30)	○ (36)	○ (58)	○ (28)	○ (51)	× (0)	△ (10)	○ (50)	△ (4)
環境シール性	○	○	○	○	○	○	○	×	△

【0064】

【発明の効果】本発明の導電性複合体は、表面に導電性弾性発泡体の一部が露出し、内部ではその導電性発泡体が三次元的連続体を形成しているため、導電性発泡体を

圧縮した方向（すなわち厚み方向）において良好な電気的導通を低圧接触でとることができる。また、導電性弾性発泡体が圧縮された状態で保持されるため、導電性素材がより高密度化され、それが本来持っている電磁波シ

ールド性がより強調される効果がある。更に、発泡体の連続した空隙部が樹脂成分あるいは独立気泡を有する樹脂成分で満たされるため、気密・水密の環境シール性に優れ、特に独立気泡を含ませることでクッション性を高めた場合には制振性の効果も奏することができる。このほかにも、使用するマトリックス樹脂の選択により、使用目的に合わせて複合体に様々な柔軟性をもたすことができるばかりか、様々な粘着性を付与することもできる。また、適切な充填材あるいは添加剤を併用することにより、複合体の導電性に悪影響を及ぼすことなく、複合体に熱伝導性、電波吸収性、難燃性等の種々の機能を容易に付与することもできる。それゆえ、本発明の導電性複合体は、各種用途向けの電磁波シールド用シート・ガスケット材として、広い分野で利用可能である。

【図面の簡単な説明】

\*

\*【図1】本発明による導電性複合体の製造の一例を説明する図である。

【図2】金属箔を備えた本発明の導電性複合体を説明する図である。

【図3】本発明の導電性複合体の表面構造を模式的に説明する図である。

【符号の説明】

11…導電性弾性発泡体

13…成型型

18…導電性複合体

19…金属箔

20…金属箔導電性テープ

31、33…マトリックス樹脂

32、34…導電性弾性発泡体の端部

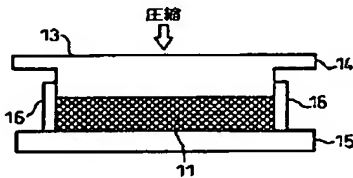
【図1】

図1

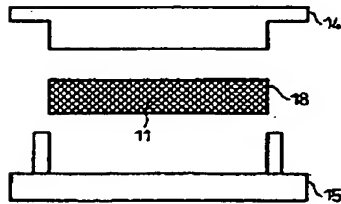
(a)



(b)



(c)



【図2】

図2



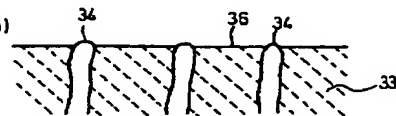
【図3】

図3

(a)



(b)



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F205 AA42 AA43 AA44 AB13 AC05  
AD17 AD18 AE03 AG20 AG26  
HA06 HA08 HA25 HA40 HA42  
HB01 HK03 HK05 HK10 HK27  
HM06  
5E321 AA03 BB23 BB32 BB44 GG01  
GG05 GG11 GH07 GH10